

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1998/99

Februari 1999

ZCT 317/3 & ZCT 407/3 - Fizik Keadaan Pepejal II

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab kesemua LIMA soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

$$[m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg, } e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}]$$

1. (a) Terangkan bagaimana jalur tenaga elektron dihasilkan dalam bahan pepejal berdasarkan model penghampiran ikatan-ketat.

(50/100)

- (b) Permukaan Fermi bagi tenaga elektron dalam ruang-k pada tenaga rendah dapat dihampirkan sebagai suatu bulatan (dalam 2-D). Sekiranya sebilangan elektron tertentu mempunyai tenaga yang lebih tinggi, apakah bentuk permukaan Fermi yang terhasil (dalam 2-D) mengikut konsep jalur tenaga (bincangkan dengan bantuan lakaran yang sesuai dan merujuk kepada sistem elektron bagi kekisi kubus mudah).

(50/100)

2. (a) Jelaskan sebab-sebab fizikal mengapa elektron dalam jalur tenaga boleh berkelakuan seperti seolah-olah mempunyai jisim berbeza-beza. Terbitkan ungkapan jisim berkesan elektron dan nyatakan kepentingannya dari segi kelengkungan jalur tenaga. Adakah sebenarnya elektron mempunyai jisim yang berbeza?

(50/100)

- (b) Kerintangan elektrik suatu sampel kuprum ialah $1.77 \times 10^{-8} \Omega\text{-m}$. Dengan menggunakan konsep penghampiran elektron bebas, anggarkan:

- (i) masa di antara perlanggaran (τ) elektron
- (ii) halaju purata elektron dalam medan $1 \times 10^2 \text{ Vm}^{-1}$

(Kuprum mempunyai kekisi fcc dengan panjang sisi kubus 3.61 \AA dan setiap atom menyumbang satu elektron kepada elektron hampir bebas).

(50/100)

...2/-

3. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan medan magnet genting suatu superkonduktor dan perihalkan hubungan parameter ini terhadap suhu.

(20/100)

- (b) Dengan menggunakan hubungan μ_m yang biasa, tunjukkan bahawa suatu bahan superkonduktor boleh dianggap sebagai mempunyai sifat suatu diamagnet sempurna.

(20/100)

- (c) Berdasarkan model dua-bendalir bagi superkonduktor, anggarkan nilai ketumpatan elektron super bagi Hg pada OK jika kedalaman tembusan fluks pada 3.5K ialah 75 nm.

[Gunakan hubungan $\frac{\lambda(T)}{\lambda(0)} = \left(\frac{1}{1 - (T/T_c)^4} \right)^{1/2}$, $T_c = 4.15K$, $\mu_0 = 1.26 \times 10^{-6} \text{ Hm}^{-1}$;

simbol - simbol mempunyai makna yang biasa]

(60/100)

4. (a) Dengan menganggap medan tempatan (E_T) diberi oleh:

$$E_T = E_o + \frac{P}{3 \epsilon_o}$$

di mana E_o medan luar dan P pengkutuban, terbitkan hubungan

$$\epsilon_r - 1 = \frac{N \alpha_e}{3 \epsilon_o} (\epsilon_r + 2);$$

simbol-simbol mempunyai makna yang biasa.

(40/100)

- (b) Suatu bahan hablur mempunyai $\epsilon_r = 100$ pada frekuensi rendah. Dengan menganggap ϵ_r ini adalah disebabkan oleh getaran ion-ion (dengan ketumpatan $2 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$) terhadap kedudukan keseimbangan, anggarkan frekuensi ω_o di mana berlakunya resonans.

[gunakan hubungan kekutuban α_e terhadap ϵ_r dari bahagian (a) dan sesaran ion x_o pada frekuensi rendah diberi oleh:

$$x_o = \frac{e E_T}{m_i \omega_o^2};$$

...3/-

e cas elektron, m_i (jisim ion) = 1.67×10^{-27} kg,
 α_e kekutuban ion yang menghasilkan momen $m = e\alpha_e$,
 $\epsilon_o = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$]

(60/100)

5. (a) Bagaimanakah bahan-bahan magnet dikelaskan? Nyatakan dengan ringkas bagaimana sambutan diamagnet dan paramagnet dibawah pengaruh medan magnet.

(30/100)

- (b) Dengan menganggap hukum Curie adalah benar pada suhu $T > T_c$, terbitkan ungkapan untuk medan molekul B_E suatu bahan feromagnet dalam sebutan suhu Curie T_c , pemalar Curie C , pemagnetan M dan ketelapan vakum μ_o .

(35/100)

- (c) Dengan mengambil $C = (N\bar{m}^2\mu_o)/3k$ di mana N bilangan ion per unit isipadu bahan, \bar{m} momen magnet berkesan ($\bar{m} = M/N$), k angkatap Boltzmann, kira medan molekul B_E dari bahagian (b) untuk besi yang mempunyai suhu Curie 1043K dan momen magnet berkesan $2.2 \mu_B$ per ion.

$$(\mu_B = 9.27 \times 10^{-24} \text{ JT}^{-1}, k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1})$$

(35/100)

- oooOooo -